

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
Please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-309665

(43) 公開日 平成9年(1997)12月2日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	特許庁	特許庁	特許庁	特許庁
B 6 5 H 43/00				
G 0 3 G 15/00	5 1 0			
	21/00	5 1 0		
G 0 5 B 17/02				

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平8-126159

(22) 出願日 平成8年(1996)5月21日

(71) 出願人 000006150

三田工業株式会社

大阪府大阪市中央区玉造1丁目2番28号

(72) 発明者 下村 芳樹

大阪府大阪市中央区玉造1丁目2番28号

三田工業株式会社内

(72) 発明者 谷川 貞夫

大阪府大阪市中央区玉造1丁目2番28号

三田工業株式会社内

(72) 発明者 小川 和博

大阪府大阪市中央区玉造1丁目2番28号

三田工業株式会社内

(74) 代理人 弁護士 稲岡 耕作 (外1名)

最終頁に続く

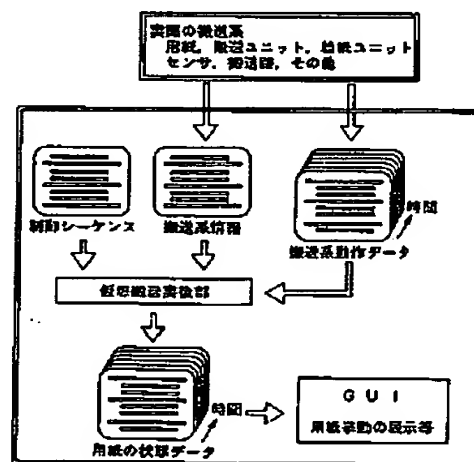
(54) 【発明の名称】 給紙搬送用制御シーケンスのためのシミュレーション装置

(57) 【要約】

【課題】給紙搬送システムでは、給紙搬送系によって用紙がどのように移動されるのかを把握するために、現実の給紙搬送系によって現実的用紙で確認することができない。確認する際に、用紙がジャム等した場合、自己修復を図れなくなるからである。

【解決手段】現実の給紙搬送系を用いるのではなく、現実の給紙搬送系から得られるデータに基づいて計算機内に仮想的な給紙搬送系を生成する。同じく仮想的に用紙を定義する。そして仮想的な給紙搬送系において、仮想的に定義した用紙を搬送し、それによって用紙挙動を把握する。

【効果】予防保全等のために新たな制御シーケンスを立案した場合に、その立案された制御シーケンスの適否について迅速に判断ができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 給紙搬送系のために立案された制御シーケンスが与えられたことに応答して、与えられた制御シーケンスによって給紙搬送系を用紙がどのように移動するかをシミュレーションするためのシミュレーション装置であって、

現実の給紙搬送系を構成するハードウェアシステムから、必要なデータを抽出するデータ抽出手段、データ抽出手段で抽出されたデータに基づいて、計算機内に仮想的な給紙搬送系を生成する仮想給紙搬送系生成手段、

用紙を両端の位置とその間の長さの情報とで表現する用紙表現手段、および用紙表現手段で表現された用紙を、仮想給紙搬送系の中で前記制御シーケンスに従って所定単位ずつ移動させ、移動することにデータを計算する模擬搬送実行手段、を含むことを特徴とする給紙搬送系の制御シーケンスのためのシミュレーション装置。

【請求項2】 請求項1記載のシミュレーション装置において、

さらにグラフィックユーザインタフェースを備え、模擬搬送実行手段で行われた仮想的な用紙の搬送に基づく用紙の挙動がグラフィックユーザインタフェースにおいて表示されることを特徴とするシミュレーション装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、立案された制御シーケンスによって給紙搬送装置を制御した場合に、給紙搬送装置において用紙がどのような挙動をするかを仮想的にシミュレーションするためのシミュレーション装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、複写機等の画像形成装置の分野では、装置の保全自動化のために、人工知能(Artificial Intelligence:いわゆるAI)技術を利用した自己診断および自己修復の研究、開発が行われている。そして本願出願人は、形成される画像の質を良好に維持でき、画質が劣化する場合には自己診断および自己修復を行えるようにしたシステムを提案した(たとえば特開平4-130331号公報参照)。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、画像形成装置全体の保全を考えると、形成される画像の画質維持に関する保全のみでは不十分であり、さらなる保全対象範囲の拡大が望まれる。一方、近年の複写機の高速化に伴って、用紙の大容量給紙が求められるようになってきた。大容量給紙を実現するためには、給紙搬送系の性能向上と安定性が不可欠である。

【0004】 しかし、残念なことに既存の給紙搬送システムまたは給紙搬送機構においては、そのほとんどが用紙のマテリアルを指定したものであったり、環境変化に

対する性能の不安定さから、使用環境を限定しているのが実情である。また、給紙搬送系では、部品の劣化等の系の機構自体の経時変化によって発生する不具合(たとえば重送、無給紙、ジャム)も多く、かかる不具合に対して、現状では、清掃もしくは部品交換によって、その機能を維持するといった方法が採られているだけである。

【0005】 このような背景のもとに、本願出願人は、給紙搬送装置において、給紙状況や搬送状況を自己診断し、用紙マテリアルや使用環境変化等の外乱に起因する不具合や、機構自体の経時変化等による不具合に対して、予防保全および事後保全を図れるシステムを研究、開発した。その研究開発過程において、給紙搬送システムでは、給紙搬送系によって用紙がどのように移動されるのかを把握するために、現実の給紙搬送系によって現実的用紙で確認することができないことに気付いた。なぜなら、現実の給紙搬送系で確認し、その結果用紙がジャム等した場合、そこで装置は停止してしまい、自己修復等を図れなくなる場合が多いからである。

【0006】 そこで、本願の発明者は、現実の給紙搬送系を用いるのではなく、現実の給紙搬送系から得られるデータに基づいて計算機内に仮想的な給紙搬送系を生成し、その仮想的な給紙搬送系において、同じく仮想的に定義した用紙を搬送し、それによって用紙挙動を把握するようなシミュレーション装置を発明した。つまりこの発明の目的は、予防保全や自己保全のために、自己診断および自己修復機能を備えた給紙搬送システムが成る制御シーケンスで制御される際に、現実のシステムにおいて用紙がどのように搬送されるかを、模擬的にシミュレーションすることのできるシミュレーション装置を提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項1記載の発明は、給紙搬送系のために立案された制御シーケンスが与えられたことに応答して、与えられた制御シーケンスによって給紙搬送系を用紙がどのように移動するかをシミュレーションするためのシミュレーション装置であって、現実の給紙搬送系を構成するハードウェアシステムから、必要なデータを抽出するデータ抽出手段、データ抽出手段で抽出されたデータに基づいて、計算機内に仮想的な給紙搬送系を生成する仮想給紙搬送系生成手段、用紙を両端の位置とその間の長さの情報とで表現する用紙表現手段、および用紙表現手段で表現された用紙を、仮想給紙搬送系の中で前記制御シーケンスに従って所定単位ずつ移動させ、移動することにデータを計算する模擬搬送実行手段、を含むことを特徴とする給紙搬送系の制御シーケンスのためのシミュレーション装置である。

【0008】 請求項2記載の発明は、請求項1記載のシミュレーション装置において、さらにグラフィックユーザインタフェースを備え、模擬搬送実行手段で行われた

仮想的な用紙の搬送に基づく用紙の挙動がグラフィックユーザインタフェースにおいて表示されることを特徴とするものである。上述の構成によれば、現実の給紙搬送系から抽出されたデータに基づいて計算機内で仮想的な給紙搬送系が構築される。また、用紙も両端の位置とその間の長さの情報とで仮想的に表現される。そしてその仮想的に表現された用紙が仮想給紙搬送系内を移動するときどのように挙動するのかを確認できる。

【0009】したがって、立案された制御シーケンスによって現実の給紙搬送系を動作させることなく、その制御シーケンスによって給紙搬送系を制御した場合における用紙の搬送状態を確認することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下では、この発明の実施の形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。

#### 1. 発明が適用された複写機の構成

図1は、この発明の一実施形態が適用される複写機の構成を示す概念図であり、この発明にかかる部分のみを示している。この複写機は、後述する搬送関連ユニットの故障、搬送関連ユニットの極端な機能低下、用紙ジャムなどの故障現象が生じているか否かを自動的に診断し、故障現象が生じていると判断された場合に、その修復を実行するものである。

【0011】この複写機は、複写機本体1によって外觀が構成されている。複写機本体1の一方側面には、複写紙を収納するための給紙カセット2が取り外し可能に取り付けられている。また、複写機本体1の他方側面には、複写後の複写紙を受け取る排紙トレイ3が取り外し可能に取り付けられている。複写機本体1の内部には、給紙カセット2に収容されている複写紙を取り込むための給紙ユニット4、給紙ユニット4により取り込まれた複写紙を搬送するための複数の用紙搬送ユニット5、および用紙搬送ユニット5により搬送されてきた複写紙を排紙トレイ3に排出するための排紙ユニット6が、搬送経路7に沿って順に備えられている。以下では、給紙ユニット4、用紙搬送ユニット5および排紙ユニット6を総称するときには、「搬送関連ユニット8」と言う。

【0012】搬送関連ユニット8には、それぞれ、センサ9が対応付けられて備えられている。センサ9は、1つの搬送関連ユニット8に通常複数個存在し、搬送関連ユニット8の現在の状態を検出する。センサ9の出力 $S_1, S_2, \dots, S_{n-1}, S_n$ は、システム本体10に与えられる。システム本体10は、センサ9からの出力に基づいて、搬送関連ユニット8に対して制御シーケンスを与え、搬送関連ユニット8の動作を制御する。より具体的には、システム本体10は、センサ9からの出力に基づいて搬送関連ユニット8の現在の状態を診断する。その結果、搬送関連ユニット8が破損している、搬送関連ユニット8の機能が低下している、用紙ジャムが発生するおそれがある、または用紙ジャムがすでに発生

している、と判断された場合に、その修復を実現するための制御シーケンスを搬送関連ユニット8に与える。制御シーケンスが与えられた搬送関連ユニット8は、当該制御シーケンスに忠実に従って動作する。

【0013】なお、図1では、複写機本体1の右側および左側にそれぞれ給紙カセット2および排紙トレイ3が取り付けられ、なおかつ搬送経路7が図において右から左に向かう直線である複写機を例示している。しかし、たとえば給紙カセット2が下方に取り付けられ、排紙トレイ3が複写機本体1の内部に備えられ、搬送経路7が直線でない複写機であってもこの発明を適用することができるのはもちろん、この発明は、搬送関連ユニット8の数や形状などの変更によって搬送形態がどのように変化しても容易に適用することができる。

#### 2. 搬送関連ユニットの構成

図2は、搬送関連ユニット8の内部構成を示す概念図である。搬送関連ユニット8は、複写紙に搬送力を付与するための一対のローラ11を備えている。一方のローラの軸には、クラッチ81を介してモータ12の駆動力が伝達されるようにされている。モータ12の回転数や回転方向は、制御部13によって制御される。制御部13は、モータ12の回転数、回転方向、ローラ11の圧接状態等の搬送関連ユニット8の動作状態を制御する。この制御は、後述するように、搬送関連ユニット8ごとに独立して行われる。すなわち、各搬送関連ユニット8はそれぞれ独立して動作し、全体として、搬送関連ユニット8から次の搬送関連ユニット8への複写紙の搬送が実現される。

【0014】システム本体10からの制御シーケンスは、制御部13に与えられる。制御部13は、当該制御シーケンスを翻訳し、モータ12の回転数や回転方向、ローラ11の状態を制御する。このように、搬送関連ユニット8では、システム本体10から与えられる制御シーケンスが翻訳されてローラ11の回転や圧接状態が制御される。また、そのような制御に加え、故障修復が自律的に行われる。したがって、ハードウェア的またはソフトウェア的に搬送関連ユニット8を変更した場合でも、システム本体10の基本的な機能を変更する必要はなく、ユニット変更に柔軟に対処することができる。

【0015】このような搬送関連ユニット8に関連付けて備えられているセンサ9は、前述のように、検出すべき内容に合わせて必要な数だけ設けられており、たとえばローラ11の入口および出口に複写紙が存在するか否か、ローラ11は円滑に回転しているか否か、ローラ11の圧接状態、モータ12の電流値などを検出し、各状態に対応する信号をシステム本体10に与える。

【0016】なお、搬送関連ユニット8に備えられるアクチュエータとして一対のローラ11を例にとって説明しているが、アクチュエータとしては、たとえば搬送ベルトのようなものであってもよく、要は給紙、用紙搬

送、排紙等を実現できるものであればよい。

3. システム本体を中心とする全体構成

図3は、システム本体10および搬送関連ユニット8の内部構成を中心とする機能ブロック図である。システム本体10には、制御データ管理部20が備えられている。制御データ管理部20は、センサ9の信号に基づいて、予め定める更新周期ごとに、各搬送関連ユニット8に関する情報をデータテーブル21に書き込む。具体的には、各搬送関連ユニット8のSTATE、各搬送関連ユニット8におけるPaper Speedなどが書き込まれる。これにより、データテーブル21には、各搬送関連ユニット8の現在の状態（最新の状態）が書き込まれていることになる。

【0017】なお、この実施形態では、データテーブル21および後述する知識ベースが状態記憶手段に相当する。システム本体10には、また、評価部22が備えられている。評価部22は、データテーブル21に書き込まれている搬送関連ユニット8に関する情報に基づいて、各搬送関連ユニット8ごとに、搬送関連ユニット8の現在の状態を診断する。より具体的には、搬送関連ユニット8が破損しているか否か、搬送関連ユニット8の搬送速度が低下しているか否か、用紙ジャムが発生するおそれがあるか否か、または用紙ジャムがすでに発生しているか否か、などを判断する。

【0018】診断の結果、故障が発生するおそれがある、または故障が発生していると判断された場合(No Good)には、当該故障に対する修復を実現するために、シーケンス立案部23に制御シーケンスの立案を要求する。シーケンス立案部23は、評価部22から制御シーケンスの立案が要求されたことに応答して、制御シーケンスの立案処理を実行する。このとき、システム本体10に備えられている知識ベース24に書き込まれている知識を参照する。

【0019】ここで、知識ベース24について簡単に解説する。知識ベース24は、知識記憶手段として機能するもので、この知識ベース24には、故障修復に必要な仮想モデルが知識として書き込まれている。具体的には、用紙経路モデル、ユニットモデル、用紙モデル、搬送路モデル、センサモデルが書き込まれている。このうち用紙経路モデル、用紙モデル、搬送路モデルおよびセンサモデルは、予め設定されている。詳細については後述する。

【0020】一方、ユニットモデルは、システム本体10で予期されている搬送関連ユニット8の状態と実際の搬送関連ユニット8の状態（たとえば搬送関連ユニット8に含まれる部品（ローラ等）の劣化等）との差異に相当する知識である。ユニットモデルは、データテーブルから状況導出部25によって読み出されたデータによって時々刻々更新される。ユニットモデルは、搬送関連ユニット8の挙動の経時的変化に相当する情報であるとも

いえる。

【0021】さらに具体的に説明すると、状況導出部25には、搬送関連ユニット8が現在実行している制御シーケンスの理想的な挙動情報がシミュレーション部26から与えられる。状況導出部25は、データテーブル21に書き込まれている実際の搬送関連ユニット8の挙動情報と上記理想的な挙動情報との差異を求め、この求めた差異に関する情報をユニットモデルとして書き込む。

【0022】シーケンス立案部23は、このようなユニットモデルを含む知識を利用することによって、制御シーケンスを立案する。これにより、搬送関連ユニット8の現在の状態を加味した制御シーケンスの立案を図ることができる。なお、このシーケンス立案部23で立案される制御シーケンスは、いわば骨格に相当する大まかなもので、最終的な制御シーケンスを得るには、後述する搬送シミュレーションを行う必要がある。

【0023】また、シーケンス立案部23には、評価部22からの要求の他に、複写速度の変更、搬送手順の変更などの制御仕様の変更があった場合にも、外部から制御シーケンスの立案の要求が与えられる。シーケンス立案部23は、この場合にも、上述と同様に、制御シーケンスを立案する。シーケンス立案部23で立案された制御シーケンスは、シミュレーション部26に与えられる。

【0024】シミュレーション部26は、複写紙の搬送をシーケンス立案部23から与えられる制御シーケンスに従って仮想的にシミュレーションする。より具体的には、知識ベース24に書き込まれている用紙経路モデルおよび用紙モデルに基づいて搬送経路および複写紙を仮想的に設定し、この仮想複写紙を与えられた制御シーケンスに従って仮想搬送経路上で搬送させる。そして、このときの仮想用紙の振る舞いを認識する。また、搬送関連ユニット8におけるPaper Speedなどの定置情報を求め、当該定置情報を制御シーケンスに反映させる。これにより、制御シーケンスが完成する。

【0025】シミュレーション部26での搬送シミュレーションの結果は、評価部22に与えられる。評価部22は、シミュレーション部26から与えられるシミュレーション結果に基づいて、シーケンス立案部23で立案された制御シーケンスが有効か否かを評価する。この評価の結果、この制御シーケンスでは良好に用紙搬送ができずに故障修復は困難であると判断された場合(No Good)には、シーケンス立案部23に対して制御シーケンスの立案が再度要求される。一方、この制御シーケンスならば用紙搬送が良好にできて故障修復は可能であると判断された場合(Good)には、当該制御シーケンスは分割部27に与えられる。

【0026】分割部27は、与えられる制御シーケンスをタスク分割し、この分割された各制御シーケンスをそれぞれ対応する搬送関連ユニット8に与える。すなわ

ち、制御シーケンスは時系列的なプログラムであるから、制御シーケンスの実行には複数の搬送関連ユニット8が絡むことが予想される。したがって、制御シーケンスの実行を担当すべき各搬送関連ユニット8に対してそれぞれ適切な制御シーケンスが与えられる。

【0027】以上を簡単に要約すれば、システム本体10は、複数の搬送関連ユニット8で構成される給紙搬送系全体を常に監視し、用紙速度の低下や用紙ジャムが発生しそうな場合かすでに発生した場合には、系全体の機能を維持するために、改良された全体の制御シーケンスを新たに作成して各搬送関連ユニット8に与えるのである。

【0028】搬送関連ユニット8の制御部13には、翻訳部28が備えられている。翻訳部28は、システム本体10から与えられる制御シーケンスを翻訳し、制御型自己修復部29に与える。制御型自己修復部29には、シーケンス実行部30が備えられている。シーケンス実行部30には、翻訳部28から制御シーケンスが与えられる。シーケンス実行部30は、この与えられた制御シーケンスに忠実に従ってモータ12（図2参照）の回転

数や回転方向、ローラ11の圧接状態などを制御する。【0029】制御型自己修復部29には、また、独自のプログラムに従って修復作業を担当する自律動作部31が備えられている。自律動作部31は、システム本体10から与えられる制御シーケンスとは無関係に、故障を診断し、その故障の修復作業を実行する。具体的には、経時変化による部品劣化や外乱の影響などによる誤動作などの故障を診断し、その修復を実行する。

【0030】このように、故障が発生するおそれがある。または故障が発生していると診断された場合には、搬送関連ユニット8の現在の状態を加味した制御シーケンスを立案し、この制御シーケンスに従って搬送関連ユニット8を動作させているので、故障に対する修復を助的に図ることができる。したがって、給紙・搬送系における機能維持を図ることができる。

【0031】また、故障の修復を行うに当たって、実際に複写紙を搬送させて修復系（制御シーケンス）の有効性を評価しているのではなく、搬送シミュレーションによって修復系の有効性を評価しているため、複写機の動作を中断することなく、故障修復を実現することができる。さらに、搬送シミュレーションによって修復系の有効性を評価していることから、未知の故障に対しても柔軟な修復を行うことができる。

#### 4. 制御シーケンスの立案の仕方

次に、制御シーケンスの立案についてさらに詳述する。まずは、制御シーケンスの立案に不可欠な知識ベース24に書き込まれている知識について詳述する。

#### 【0032】4-1. 知識

##### 4-1-1. 用紙経路モデル

図4乃至図6は、用紙経路モデルを説明するための図で

ある。用紙経路モデルは、 $xy$ 平面上に描かれた定量的な地図として表現され、特定のポイントの座標などによって記述される。

【0033】より具体的には、図4に示すように、搬送経路7（図1参照）をラインで表現し、搬送経路7上に存在する搬送関連ユニット8をその実際の設置位置に応じてユニットアドレスとしてライン上に表現する。さらに、搬送経路7上に存在するセンサ9をその実際の設置位置に応じてセンサアドレスとしてライン上に表現する。この用紙経路モデルでは、例示として、1つのセンサ9の位置とアドレスとが示されている。さらにまた、ラインのうち2つのユニットアドレスを連結する区間をブリッジとする。

【0034】このようにして表現されたユニットアドレス、センサアドレスおよびブリッジは、図5のように記述される。すなわち、ユニットアドレスは、当該ユニットアドレスの $xy$ 平面上での座標、および当該ユニットアドレスの状態によって記述される。「Paper Supply Unit」は、給紙ユニット4が組み込まれている状態を表している。「Paper Feed Unit」は、用紙搬送ユニット6が組み込まれている状態を表している。「No Unit」は、何らユニットが組み込まれていない状態を表している。

【0035】また、センサアドレスの場合も同様に、当該センサアドレスの $xy$ 平面上での座標、およびセンサ9が組み込まれているか否か、もしも組み込まれているのであればどのようなタイプのセンサ9が組み込まれているのかを表すセンサアドレスの状態によって記述される。一方、ブリッジは、ユニットアドレスおよびセンサアドレスとは異なる形態で記述される。すなわち、このブリッジの両端に相当する連結地点、連結形態および高さによって記述される。連結地点とは、ユニットアドレスのことである。連結形態とは、当該ブリッジが直線なのか曲線なのかを表すものである。高さとは、実際の搬送経路において複写紙を詰まらせることなく搬送できる高さを表すものである。

【0036】ブリッジの記述について図8を参照してさらに詳述する。ブリッジは、2つのユニットアドレスを連結する上下2本のライン40、41で表現される。連結形態は、2本のライン40、41の中心に描かれる同心円42の旋回半径 $R$ を利用して記述される。また、高さは、2本のライン40、41の間隔に相当する。すなわち、複写紙は2本のライン40、41の間を搬送されていくと仮定する。

#### 【0037】4-1-2. センサモデル

図7および図8は、センサモデルを説明するための図である。センサモデルは、図7に示すように、外界からの刺激に対して所定の遅延時間経過後にデジタル的な電気信号を出力するものとして表現される。そして、このように表現されたセンサモデルは、図8に示すように記

述される。

【0038】すなわち、名称がインデックスとされ、異なる刺激ごとに遅延時間および出力レベルが対応付けられている。より具体的には、「Paper Exist」が刺激である場合、すなわち複写紙が存在する場合には、X(ms)の遅延時間経過後に「H」レベルのデジタル信号が出力される。「No Paper」が刺激である場合、すなわち複写紙が存在しない場合には、XX(ms)の遅延時間経過後に「L」レベルのデジタル信号が出力される。

【0039】4-1-3. 用紙モデル

図9乃至図14は、用紙モデルを説明するための図である。用紙モデルは、図9に示すように、複写紙上の特徴点であるポイントと特定のポイント間の区間であるインターバルとで表現される。より具体的には、複写紙上の特徴点であるポイントには、複写紙の先端に相当するヘッドポイント、複写紙の後端に相当するテールポイント、および複写紙の搬送を実現するために、複写紙に力学的作用を加えるべき搬送関連ユニット8に対応するユニットポイントが含まれる。

【0040】ユニットポイントは、ドライビングモードおよび複写紙に搬送力を付与できないフリーモードの2種類のモードをとり得る。ドライビングモードは、搬送関連ユニット8内に備えられたローラ11（図2参照）が所定のニップ圧で圧接され、複写紙に搬送力を付与できる状態に対応している。逆に、フリーモードは、ローラ11の圧接状態が解除され、複写紙に搬送力を付与できず、複写紙を搬送できない状態に対応している。

【0041】インターバルは、複写紙の状態を表すための要素の1つであり、ヘッドポイント、テールポイントおよび複写紙に搬送力を付与できるドライビングモードのユニットポイントから構成される。ユニットポイントのうちフリーモードを除外したのは、フリーモードでは複写紙に搬送力を付与しないので、複写紙の状態に影響を与えることがないからである。

【0042】以上のようにして表現されたヘッドポイント、テールポイントおよびユニットポイントは、たとえば図10のように記述される。より具体的には、ヘッドポイントおよびテールポイントは、図10(a)に示すように、名称および当該ポイントでの実際の複写紙の速度に相当するリアル速度によって記述される。リアル速度は、たとえば複写紙にローラ11（図2参照）を接触させ、この状態のローラ11の回転数をエンコーダによって検出し、この検出された回転数に基づいて算出されるものである。また、ユニットポイントは、図10(b)に示すように、名称、モード、当該ユニットポイントに対応するユニットおよび当該ユニットポイントのリアル速度によって記述される。

【0043】ところで、ユニットポイントがドライビングモードである場合、当該ユニットポイントは複写紙の状態に影響を与えることになるが、その影響を区分する

と、次の3つのStateに区分できる（図11参照）。

State 1: 正方向に力が加わっている

State 2: 負方向に力が加わっている

State 3: 固定されている

したがって、モードとしてドライビングモードを設定する場合には、いずれのStateを採用するかをも設定する必要がある。そこで、この用紙モデルでは、ターゲット速度というパラメータを利用し、次のようにして各Stateを表現することとしている。

10 【0044】ターゲット速度>0→State 1

ターゲット速度<0→State 2

ターゲット速度=0→State 3

以上のように、この用紙モデルでは、ユニットポイントのモード、およびこのモードがドライビングモードである場合におけるターゲット速度が切り換えられることによって、複写紙に与えるべき影響が変化する。

【0045】ところで、ユニットポイントによって複写紙に影響が与えられた場合、その影響はインターバルに反映する。より具体的には、インターバルは2つのポイント間を連結するものであるから、2つのポイントが複写紙に与える影響によってインターバルの状態が変化する。そこで、この用紙モデルでは、図12に示すように、複写紙の搬送方向上流側および下流側にあるポイントそれぞれをアッパーポイントおよびローアーポイントとし、これら各ポイントのモードおよびターゲット速度によってインターバルがどのような状態となるのかをも記述することとしている。

【0046】ところで、インターバルの状態は、図13に示すように、「N」、「TEAR」、「B.M.」の3つの基準によって表現される。より具体的には、「N」はノーマル、「TEAR」は引張限界、「B.M.」はたわみ限界に相当する。図13において、「N」よりも「B.M.」側の領域はたわみ気味を表し、「increase」と表現する。一方、「N」よりも「TEAR」側の領域は引張気味を表し、「decrease」と表現する。

【0047】図14は、ポイントのモードおよびターゲット速度とインターバルの状態との関係を示す図である。まずは、この図14で使用している用語を説明する。「TVlower」および「TVupper」は、それぞれ「ローアーポイントにおけるターゲット速度」および「アッパーポイントにおけるターゲット速度」である。「RVlower」および「RVupper」はそれぞれ「ローアーポイントにおけるリアル速度」および「アッパーポイントにおけるリアル速度」である。

【0048】「IState」はインターバルの状態である。「[N,TEAR]」は、インターバルの状態が「N」と「TEAR」との間、すなわち引張気味（decrease）であることを表している。「[N,BM]」は、インターバルの状態が「N」と「BM」との間、すなわちたわみ気味（increase）であることを表している。さらに、「[N,TEAR]」、

N] や「(N,BM),N] は、それぞれ、インターバルの状態が「N」を含む「N」と「TEAR」との間、あるいは「N」を含む「N」と「BM」との間であることを表している。

【0049】次に、この知識ベース24に書き込まれている知識を利用したシーケンス立案部23における制御シーケンスの立案について図15乃至図25を参照しながら評述する。シーケンス立案部23は、上述のように、評価部22からの要求、あるいは外部からの要求に応じて、知識ベース24に書き込まれている知識を利用

して制御シーケンスを立案する。

【0050】4-2. 制御シーケンスの立案に用いられるモデル

シーケンス立案部23は、制御シーケンスの立案に際し、知識ベース24に書き込まれている用紙経路モデルおよび用紙モデルを次のようにして簡略化して表現する。すなわち、図15(a)に示すように、搬送経路を単なる直線として仮想的に表現する。このとき、図15(b)に示すように、仮想搬送経路における各ユニットアドレス間の長さを記述する。また、用紙モデルを当該仮想搬送経路上に重ねる。

【0051】さらに、インターバルに関する情報を、図15(c)に示すようなスロットに記述する。具体的には、インターバルに関する情報は、インターバルを識別するための名称、アッパーポイントおよびローアポイントの名称、ならびにインターバルの状態である。インターバルの状態は、後述するコンセプトとして決定される内容に相当する。

【0052】さらにまた、用紙モデルに関する情報を、図15(d)に示すようなスロットに記述する。具体的には、用紙モデルに関する情報は、用紙モデルのサイズに相当する名称、ヘッドポイントおよびテールポイントの名称、摩擦係数、および長さである。4-3. 立案される制御シーケンスが満足すべき条件

シーケンス立案部23は、以上のようにして表現した仮想搬送経路および仮想用紙を利用し、まず、制御シーケンスを立案するに当たって満足すべき条件を決定する。具体的には、まず、定性的仕様を決定する。定性的仕様とは、制御シーケンスを立案するに当たって必ず満足しなければならない強制的条件であって、用紙の初期状態と用紙の搬送が完了した完了状態とで表されるものである。用紙の完了状態は適当に決定される。この場合、完了状態として、必要であれば、初期状態よりも搬送方向上流側に決定される場合がある。すなわち、たとえば用紙ジャムが発生するおそれがある場合、通常とは反対側に搬送した方が故障を修復しやすいときもあるからである。

【0053】用紙の初期状態は、次のようにして決定される。評価部22から制御シーケンスの立案が要求されている場合、知識ベース24に書き込まれているユニッ

トモデルを参照し、複写紙が実際に存在する搬送経路7(図1参照)上の位置を、用紙モデルを仮想搬送経路に対応付ける位置として把握し、当該位置に用紙モデルを対応付けた状態を初期状態とする。すなわち、ユニットモデルには、状況導出部25によって搬送関連ユニット8の現在の状態に関する情報が書き込まれている。したがって、この情報を参照すれば、複写紙が現在存在する位置を把握することができる。一方、外部から制御シーケンスの立案が要求されている場合には、給紙カセットに用紙が収納されている状態を対応付ける位置として把握し、当該位置に用紙モデルを対応付けた状態を初期状態とする。

【0054】初期状態および完了状態は、仮想用紙の先後端と仮想搬送経路上の各ポイントとの位置関係によって表現される。より具体的には、初期状態が図16(a)に示すような状態である場合、初期状態は

ヘッドポイント：[U2,U1]

テールポイント：[U1,n1]

として表現される。ここに、[U1,n1]は、ユニットポイントU1よりも搬送方向上流側にあることを表している。

【0055】また、完了状態が図16(b)に示すような状態である場合、完了状態は、

ヘッドポイント：[n1,U7]

テールポイント：[n1,U7]

として表現される。ここに、[n1,U7]は、ユニットポイントU7よりも搬送方向下流側にあることを表している。

【0056】また、定性的仕様の決定に際し、仮想用紙を搬送するための条件が付加される。具体的には、用紙モデル上にドライビングモードとなるユニットポイントが少なくとも1箇所存在することが条件とされる。このようにして、定性的仕様が決定される。シーケンス立案部23は、また、このようにして決定された定性的仕様を満足するのに必要な定量的な仕様を決定する。定量的仕様は、制御シーケンスの立案に際して必ずしも満足しなくてもよい比較的軽い条件であって、複写速度などに相当する。

【0057】さらに、シーケンス立案部23において満足すべき条件として、定性的仕様および定量的仕様の他に、予め定めるコンセプト(Concept)がある。コンセプトは、制御シーケンスを実行するのに当たって複写紙が満足すべき状態を表したものである。具体的には、ノーマルな状態で搬送するのか、引張気味で搬送するのか、たわみ気味で搬送するのかを決定する条件である。記述の仕方は、上記テーブルでのインターバルの状態と同様に、「[N,TEAR]」や「[N,BM],N]」のようにする。この決定されたコンセプトは、上記図15(c)に示したスロットに記述される。

【0058】シーケンス立案部23は、以上のような定



性的仕様、定量的仕様およびコンセプトを満足するように、制御シーケンスを立案する。

#### 4-4. 区間推移列の作成

次に、制御シーケンスの立案の仕方について具体的に説明を進めていく。まずは、制御シーケンスの立案の第1段階である区間推移列の作成を説明する。

【0059】4-4-1. 区間推移列の作成に用いるモデル

この区間推移列の作成の説明では、説明をさらに簡略化するために、図17(a)に示すように、3つのユニットアドレスおよび1つのセンサアドレスで表現された用紙経路モデルを用いる。このとき、仮想用紙の長さを決定するとともに、各アドレス間の長さを図17(b)に示すようにして記述する。また、図18に示すような定性的仕様を決定したとする。すなわち、下記のように記述される定性的仕様である。

〈初期状態〉

ヘッドポイント: {S1,U1}

テールポイント: {U1,n11}

〈完了状態〉

ヘッドポイント: {n11,U3}

テールポイント: {n11,U3}

#### 4-4-2. 区間推移列の作成の流れ

このような前提において、シーケンス立案部23は、図19(a)に示すように、ヘッドポイントおよびテールポイントが存在し得る区間(以下「フレーム」という。)の組み合わせをすべて列挙する。このフレームにおいて、上側がヘッドポイント、下側がテールポイントに対応している。次いで、いずれかのフレームを対象とし、当該フレームの状態から仮想用紙を仮想搬送経路上で仮想的に搬送させたとき、当該フレームの次にヘッドポイントおよびテールポイントが存在し得るフレームをすべて選び出し、当該フレームとのネットワークを作成する。この処理をすべてのフレームについて実行する。その結果、図19(b)に示すようなネットワークを形成することができる。

【0060】その後、定性的仕様を満足させるために、図20に示すように、初期状態および完了状態をこのネットワークに加える。具体的には、初期状態と同じ状態のフレーム、または初期状態の次にヘッドポイントおよびテールポイントが存在し得るフレームを選び出し、当該フレームと初期状態とを組み合わせる。図20(a)の例では、初期状態と同じ状態のフレームが選び出されている。また、完了状態と同じ状態のフレーム、または完了状態の前の状態に相当するフレームを選び出し、当該フレームと完了状態とを組み合わせる。図20(a)の例では、完了状態の前の状態に相当するフレームが選び出されている。

【0061】そして、この図20(a)のネットワークにおいて、初期状態から完了状態に移行するのに最も短い

ステップとなるような組み合わせを探索する。その結果、図20(b)に示すように、太線で結ばれた「初期状態→a→b→...→l→m→完了状態」という組み合わせが最も短いステップとなる組み合わせであるとして探索される。この組み合わせが区間推移列である。

【0062】この探索された区間推移列を時間的要素を加えて仮想搬送経路および仮想用紙で表現すると図21に示すようになる。

#### 4-5. 制御シーケンスの作成

次に、この探索された区間推移列について、時間的に先のフレームから次にフレームに推移するのに必要な推移条件を求める。具体的には、ユニットポイントのモード設定およびドライビングモードにした場合におけるターゲット速度の設定である。この求められた推移条件を時系列的に列挙したものが制御シーケンスとなる。

【0063】4-5-1. 作成される制御シーケンスが満足すべき条件

次に、この推移条件を求める処理について説明する。推移条件を求める処理を説明するに際し、上記区間推移列を作成する処理を説明するときに使用したモデルでは説明が複雑になるので、この推移条件を求める処理の説明では、上記図17をさらに簡略化した図22(a)に示す用紙経路モデルおよび用紙モデルを使用する。

【0064】図22(a)に示す用紙経路モデルは、3つのユニットアドレスU1,U2,U3のみで表現されたものである。また、用紙モデルは、長さが150(mm)のものである。さらに、ユニットアドレスU1,U2間の長さおよびユニットアドレスU2,U3間の長さを図22(b)に示すように記述する。また、定性的仕様である初期状態および完了状態を図23に示すようなものとする。すなわち、次のようにして記述される定性的仕様である。

〈初期状態〉

ヘッドポイント: {U1,U2}

テールポイント: {n11,U1}

〈完了状態〉

ヘッドポイント: U3

テールポイント: {U1,n11}

この定性的仕様において、初期状態では、ユニットポイントU1はフリーモードとされている。また、完了状態では、ユニットポイントU1,U2はドライビングモードとされている。

【0065】さらに、定量的条件は「1(sec)」、コンセプトは「ノーマル」とあるとする。さらにまた、上述のような区間推移列の作成処理を実行した結果、図24に示すように、フレームA〜Dに至る区間推移列が作成されたものとする。

#### 4-5-2. 制御シーケンスの作成の流れ

このような前提条件を元に、フレームAからフレームBに移行するのに必要な条件を考えると、フレームAの状態では、図25(a)に示すように、ドライビングモード

であるポイントが存在せずに、ヘッドポイントとテールポイントとの間のインターバル1が1つ存在するだけである。そこで、ヘッドポイントとテールポイントとの間にあるユニットポイントU1をドライビングモードにする。すなわち、推移条件として次の条件を得る。

【0066】UnitPoint1: Driving mode

また、この結果、フレームAの状態は、図25(b)に示すように、ヘッドポイントとテールポイントとの間にドライビングモードのユニットポイントU1が存在し、2つのインターバル1、2があるフレームA'の状態となる。ここで、フレームAからフレームBに移行するということは、フレームA'からフレームBに移行することと他ならない。この条件を満足するためには、フレームA'におけるヘッドポイントを、図25(c)に示すように、ユニットポイントU2に一致させればよい。これを実現するためには、フレームA'におけるヘッドポイントのリアル速度を正にすればよいことは明らかである。

【0067】一方、図14に示した用紙モデルの一部であるポイントのモードおよびターゲット速度とインターバルの状態との関係から明らかなように、ローアポイントであるヘッドポイントのリアル速度RVHを正にするためには、アッパーポイントであるユニットポイントU1のターゲット速度TVU1を正にすればよいことがわかる。すなわち、 $TVU1 = X$  ( $X > 0$ )とすると、フレームA'からフレームBへの推移条件として次の条件を得る。

【0068】UnitPoint1: DRIVE PAPER(X)

このようにして求められた推移条件を元にフレームA'を推移させた場合、テールポイントも矛盾なく移動することは図14に示した関係からも明らかであるので、フレームA'からフレームBへの推移は確定的である。すなわち、フレームAからフレームBへの推移が完了する。

【0069】一方、フレームA'におけるポイントおよびインターバルの状態は、図14に示した関係に基づけば、次に示すようになる。

ヘッドポイント : リアル速度 = X

ユニットポイント1 : リアル速度 = X

テールポイント : リアル速度 = X

インターバル1の状態: ノーマル

インターバル2の状態: ノーマル

よって、コンセプトを満足している。

【0070】次に、フレームBからフレームCへの推移を考える。フレームBからフレームCへの推移とは、一言で言えば、フレームBにおけるヘッドポイントをユニットポイントU2、U3の間に推移させることである。すなわち、用紙モデルは図25(d)に示すように表される。この条件を満足させるためには、フレームBにおけるヘッドポイントのリアル速度RVHを正にすればよい。一方、当該ヘッドポイントのリアル速度RVHを正にするた

めには、図14に示した関係から、ユニットポイントU2のターゲット速度TVU2を正にすればよいことがわかる。そのため、 $TVU2 = X$  ( $X > 0$ )とすればよいが、ここで別の条件が必要となる。

【0071】すなわち、この制御シーケンスの立案におけるコンセプトは、上述のように、ノーマルである。これは、ユニットポイントU1、U2間の区間に相当するインターバルhの状態をノーマルに維持する必要があることを意味する。一方、フレームAからフレームBへの推移のときにユニットポイントU1のターゲット速度TVU1をすでに $X$  ( $X > 0$ )と設定している。したがって、ユニットポイントU2のターゲット速度TVU2を設定するときに、当該ターゲット速度とユニットポイントU1のターゲット速度TVU1とは常に同一である必要がある。言い換えれば、 $TVU1 \neq TVU2$ となる時間が尋である必要がある。そのため、フレームAからフレームBに推移したときと同時に、もしくは推移する以前に、 $TVU2 = X$ としておかなければならないことになる。

【0072】以上の点を鑑みると、フレームBからフレームCに推移するための推移条件として次の条件を得る。

UNTIL (HeadPoint = UnitPoint2)

UnitPoint2: DRIVE PAPER(X)

一方、フレームBにおけるポイントおよびインターバルの状態は、図14に示した関係に基づけば、次に示すようになる。

【0073】

ヘッドポイント : リアル速度 = X

ユニットポイント1 : リアル速度 = X

テールポイント : リアル速度 = X

インターバル1の状態: ノーマル

インターバル2の状態: ノーマル

よって、コンセプトを満足している。

【0074】次に、フレームCからフレームDへの推移を考える。フレームCからフレームDへの推移とは、一言で言えば、フレームCにおけるヘッドポイントをユニットポイントU3に推移させることである。すなわち、用紙モデルが図25(e)に示すように表される。この条件を満足させるためには、フレームCにおけるヘッドポイントのリアル速度RVHを正にすればよい。一方、ヘッドポイントのリアル速度RVHを正にするためには、アッパーポイントであるユニットポイントU2のターゲット速度TVU2を正にすればよいが、 $TVU2 = X$  ( $X > 0$ )はフレームBからフレームCへの推移条件を得る際にすでに設定している。したがって、新たに推移条件を追加することなく、フレームCからフレームDへの推移を達成できる。

【0075】一方、フレームCにおけるポイントおよびインターバルの状態は、図14に示した関係に基づけば、次に示すようになる。

ヘッドポイント : リアル速度 = X

ユニットポイント1 : リアル速度=X  
 ユニットポイント2 : リアル速度=X  
 テールポイント : リアル速度=X  
 インターバル1の状態: ノーマル  
 インターバル2の状態: ノーマル  
 インターバル3の状態: ノーマル

よって、コンセプトを満足している。

【0076】以上の結果、フレームAからフレームDへの推移条件をまとめると、次のようになる。

UnitPoint1: Driving mode  
 UnitPoint1: DRIVE PAPER(X)  
 UNTIL(HeadPoint = UnitPoint2)  
 UnitPoint2: DRIVE PAPER(X)  
 これが制御シーケンスとなる。

【0077】なお、シーケンス立案部23で立案される制御シーケンスは、いわば骨格のようなものであるということとは上述した。これは、速度Xが未確定である、Unit1(HeadPoint = UnitPoint2)の時間タイミングが未確定である、ということに起因している。これら未確定要素は、上述したように、シミュレーション部26で実行される搬送シミュレーションによって求められる。

5. シミュレーション部の構成および動作次に、シミュレーション部26の構成と動作について説明をする。

【0078】シミュレーション部26の特徴は、実際の搬送系を構成する各デバイスや用紙の構造的な特徴や振る舞い等をハードウェアシステム、具体的には知識ベース24や入力データから取得して、計算機(シミュレーション部)内に仮想的な搬送系を生成することである。そして各種の構成要素を単独または相互に作用させることによって、用紙がどのように搬送されるかをシミュレーションでできることである。

【0079】図26にシミュレーション部26の機能ブロックを示す。図26および図3を参照して説明する。シミュレーション部26は、主として知識ベース24に記憶された知識に基づいて、その内部で仮想的な給紙搬送系の構成要素を生成し、給紙搬送系を構築する。これが模擬搬送実行部261である。シーケンス立案部23から入力される制御シーケンスは模擬搬送実行部261へ与えられる。また、知識ベース24からは、実際の搬送系において必要な情報(搬送系情報および搬送系動作データ)が与えられ、それも模擬搬送実行部261へ入力される。

【0080】模擬搬送実行部261では、与えられる制御シーケンス、搬送系情報および搬送系動作データに基づいて、搬送系の構成要素である給紙ユニット、搬送ユニット、センサ、搬送ガイド等の搬送デバイスの自律した動作が、単独あるいは複数で行う搬送作業の結果を生成する。そしてその結果は用紙の状態データとして、評価部22へ出力される。また、シミュレーション部26にグラフィックユーザインタフェース(GUI)262

が備えられていれば、そのGUI262に用紙の挙動がわかり易く表示される。

【0081】知識ベース24から模擬搬送実行部261へ与えられる搬送系情報は、仮想的な搬送実行を実現するのに必要な情報のみに限定される。そして模擬搬送実行部261では、用紙、搬送ユニット等のオブジェクトを現実の搬送系に従い、任意の数だけ生成できる。シミュレーション部26では、用紙、給紙ユニット、搬送ユニット、センサ、搬送ガイドをそれぞれ独立したオブジェクトとして定義し、搬送の実行は、これらオブジェクトが独立または相互に作用することにより実現できる形態をとっている。これにより、搬送系を構成するオブジェクトの数、種類の変化に柔軟に対応した仮想搬送系の構築と搬送動作をシミュレーションでできる。

#### 6. 用紙の定義

各オブジェクトのうち、仮想搬送系内では、用紙の定義が重要である。シミュレーションにおいて、用紙の正確な状態を導出しようとするれば、実際の用紙を忠実に計算機内に定義すればよいことは明らかである。しかし、そのようにした場合は、情報量が増加し、処理の複雑さが生じ、さらには、不正確な情報の取扱が伴うなどの不利益も生じる。そこでシミュレーション部26では、搬送システムに対し特徴が表現できるように限定した用紙のモデル化を行う。

【0082】具体的には、シミュレーション部26では、用紙の基本モデルとして、図27に示すように、両端の位置関係とその間の用紙の長さの情報とで用紙を表現する。それゆえ、搬送ユニットによる拘束されている用紙は、図28に示すように、搬送ユニットにより区切られた基本モデルの集合として取り扱われる。図27において、 $length > \sqrt{\{(x_r - x_l)^2 + (y_r - y_l)^2\}}$  の条件下では用紙は折り目を発生する。折り目を発生している用紙の基本モデルの形状は、図29に示すように、曲率が一定の円弧により構成されるものとして定義する。用紙は、端間距離と用紙長さにより対応する曲率を求め、折り目形状が決定される。また決定された曲率より、用紙の折り目の導出が行われる。

【0083】さらに、搬送系を構成するオブジェクトの中に、搬送ガイドが存在する場合は、用紙は、折り高さ限度の拘束を受けることになる。この場合、用紙は先に挙げた端間距離と、用紙長さに加え、折り高さ拘束の条件も満たさなければならない。折り高さ拘束の条件は、折り形状の導出に利用され、図30に示すように、折り目の数とその曲率が決定される。

#### 7. シミュレーションの実行

シミュレーション部26におけるシミュレーションでは、搬送系を構成する複数のオブジェクト間における情報伝達によって搬送動作が実現される。

【0084】図31に示すように、シーケンス立案部23から与えられた制御シーケンス(動作プログラム)

は、仮想の搬送ユニットに与えられる。搬送ユニットでは、そのユニットの有する幾何情報および機能情報をもとに、仮想の用紙に情報を与える。一方、用紙は仮想の搬送ガイドからの幾何情報および機能情報も受け取る。そして搬送ユニットおよび搬送ガイドから得られた情報に基づいた用紙の挙動を表わす情報を仮想のセンサに与える。センサは、制御シーケンスに情報を与え、骨格だけの制御シーケンスに情報の肉付けがされる。

【0085】より具体的に説明する。たとえば1枚の搬送用紙と2台の搬送ユニットと、搬送ガイドとによって構成された搬送系がシミュレーションの対象となった場合を考える。シミュレーション部26では、図32に示すような仮想の搬送系が計算機（シミュレーション部26の演算装置）内に構築される。各オブジェクトは、必要な情報を実際の搬送系から抽出している。つまり知識ベース24から必要な情報を得ている。用紙の場合は、両端の座標と、用紙の長さなどが保持される。搬送ユニットの場合は、作用点の座標と作用点での機能が保持される。

【0086】仮想搬送系の構築完了後、すべてのオブジェクトの動作が可能となる。実行が始まると、まず全ての搬送ユニットが、情報の付与できる用紙を検索する。そして情報の付与された用紙は、搬送ユニットの作用点を境に、基本モデル（図27参照）に分割される。また、搬送ガイドも、情報を付与できる用紙を検索し、該当する用紙に情報を付与する。

【0087】図で言えば、図32から図33へと進むわけである。図33においては、Unit1 およびGuide0により情報を付与された用紙Paper0が基本モデルp0、p1に分割され、情報として作用handling( )、読み高さ限界を得た状態が表わされている。用紙の搬送は、付与された作用により用紙の情報を更新することにより実現される。つまり図33から図34へと進む。図34では、p0がUnit1からの作用、p1がUnit2からの作用を受けて、情報の更新を行っている状態が示されている。

【0088】図35では、さらに用紙に作用する搬送ユニットUnit0が加わった状態が示されている。これは基本モデルの追加が行われている状態である。その後、図36に示すように、p2はUnit0からの作用、p1はUnit0、Unit1からの作用、p0はUnit1からの作用を受けて、用紙の情報の更新が行われている状態が示されている。

【0089】図37では、用紙に作用するユニットが2つから、Unit0のみになる状態が示されている。図38では、p2、p1ともUnit0からの作用を受けて、用紙情報の更新が行われることを示している。そして図39では、最終的に用紙がどの搬送ユニットからも情報を付与されない状態になった場合が示されている。このとき用紙は、作用に関する情報を保持しておらず、用紙を構成する基本モデルも1つだけとなる。

【0090】以上のように、シミュレーション部26では、複数のオブジェクトによって仮想搬送系を構成し、そのオブジェクト間における情報の伝達によって仮想の搬送動作が表わされる。また、用紙の定義が搬送に必要な最低限の情報だけでなされている。よって、小規模な計算機システムで、搬送用紙の挙動導出が可能である。

【0091】また、搬送系を構成するオブジェクトを単独で扱うため、それぞれのオブジェクトの仕様変更や新規のオブジェクトの追加等が容易に行える。つまり搬送関連ユニット8（図3参照）を変更した場合における用紙の挙動シミュレーションが容易に行える。

#### 8. その他

この発明の実施の形態の説明は以上のとおりであるが、この発明は上述の実施形態に限定されるものではない。たとえば上記実施形態では、システム本体10を複写機本体の内部に設ける場合について説明しているが、たとえばシステム本体10を複写機本体とは別個の装置としてもよい。この構成によれば、複写機本体の内部の構成の簡素化を図ることができる。

【0092】また、上記実施形態では、この発明を複写機に適用する場合を例にとって説明しているが、この発明は、プリンタやファクシミリ装置など、給紙・搬送系を有する他の画像形成装置に適用できることはもちろんである。その他、特許請求の範囲に記載された技術的事項の範囲内において種々の設計変更を施すことは可能である。

#### 【0093】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、制御シーケンスの適否を計算機内に構築された仮想的な給紙搬送系において確認できる。それゆえ予防保全等のために新たに制御シーケンスを立案した場合に、その立案された制御シーケンスの適否について迅速に判断ができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態が適用される複写機の内部構成のうち、この発明に関連する構成のみを簡略化して示す図である。

【図2】搬送関連ユニットの内部構成を簡略化して示す図である。

【図3】複写機内のこの発明に関連する構成の機能ブロック図である。

【図4】知識ベースに記憶されている用紙経路モデルを説明するための図である。

【図5】同じく、知識ベースに記憶されている用紙経路モデルを説明するための図である。

【図6】同じく、知識ベースに記憶されている用紙経路モデルを説明するための図である。

【図7】知識ベースに記憶されているセンサモデルを説明するための図である。

【図8】同じく、知識ベースに記憶されているセンサモデルを説明するための図である。

【図9】知識ベースに記憶されている用紙モデルを説明するための図である。

【図10】同じく、知識ベースに記憶されている用紙モデルを説明するための図である。

【図11】ポイントがドライビングモードである場合における用紙モデルに対する状態を説明するための図である。

【図12】ローアポイントとアッパーポイントとの関係を説明するための図である。

【図13】インターバルがとり得る状態を説明するための図である。

【図14】ポイントのリアル速度とインターバルの状態との対応関係を示す図である。

【図15】制御シーケンスの立案に必要な用紙経路モデルおよび用紙モデルの表現の仕方を説明するための図である。

【図16】制御シーケンスの立案に関する定性的仕様を説明するための図である。

【図17】制御シーケンスの立案の一部である区間推移列の作成を説明するために用いる用紙経路モデルおよび用紙モデルを示す図である。

【図18】区間推移列の作成を説明する場合における定性的仕様を説明するための図である。

【図19】区間推移列の作成を具体的に説明するための図である。

【図20】区間推移列の作成の続きを説明するための図である。

【図21】作成された区間推移列を用紙経路モデルと関連付けて説明するための図である。

【図22】区間推移列の作成後の制御シーケンスの立案を中心に説明するために用いる用紙経路モデルおよび用紙モデルを示す図である。

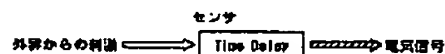
【図23】区間推移列の作成後の制御シーケンスの立案を中心に説明するために用いる定性的仕様を示す図である。

【図24】区間推移列の作成後の制御シーケンスの立案を中心に説明するために用いる区間推移列を示す図である。

【図25】区間推移列の作成後の制御シーケンスの立案を説明するための図である。

【図26】シミュレーション部の機能ブロック図である。

【図7】



＊

【図27】用紙の基本モデルを示す図である。

【図28】ユニットに拘束される用紙のモデルを示す図である。

【図29】挽んだ用紙のモデルを示す図である。

【図30】用紙の挽み形状の決定の因子を説明するための図である。

【図31】給紙搬送系におけるオブジェクト間の情報伝達の仕方を説明する図である。

【図32】仮想搬送系における用紙の搬送状態を説明するための図である。

【図33】仮想搬送系における用紙の搬送状態を説明するための図である。

【図34】仮想搬送系における用紙の搬送状態を説明するための図である。

【図35】仮想搬送系における用紙の搬送状態を説明するための図である。

【図36】仮想搬送系における用紙の搬送状態を説明するための図である。

【図37】仮想搬送系における用紙の搬送状態を説明するための図である。

【図38】仮想搬送系における用紙の搬送状態を説明するための図である。

【図39】仮想搬送系における用紙の搬送状態を説明するための図である。

【符号の説明】

4 給紙ユニット

5 用紙搬送ユニット

6 排紙ユニット

7 搬送経路

8 搬送関連ユニット

9 センサ

13 制御部

20 制御データ管理部

21 データテーブル

22 評価部

23 シーケンス立案部

24 知識ベース

25 状況導出部

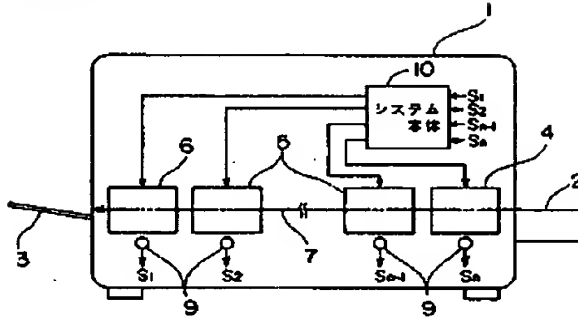
26 シミュレーション部

【図8】

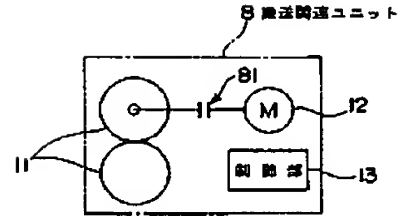
名称 センサタイプ1			
アクション1		アクション2	
制紙	Paper Exist	制紙	No Paper
経過時間	X(ms)	経過時間	X X(ms)
出力	デジタル信号-H	出力	デジタル信号-L

【図1】

4…給紙ユニット  
5…用紙搬送ユニット  
6…排紙ユニット



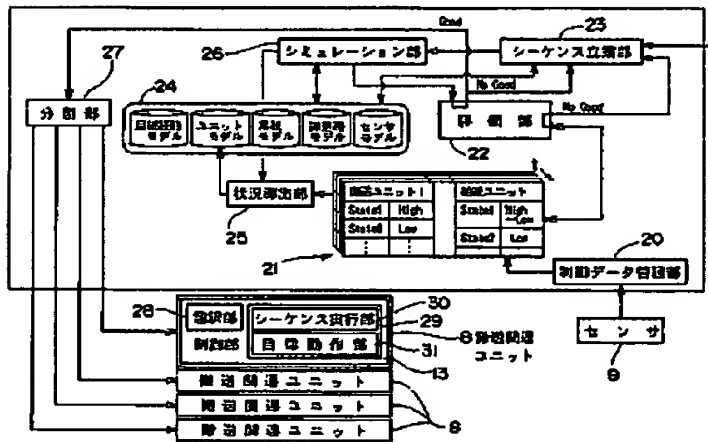
【図2】



【図11】

正 ← 負  
→ 紙送り方向  
← 紙戻り方向

【図3】



【図5】

ユニットアドレス1

座標 (Ux1, Uy1)
状態 Paper Supply Unit

センサアドレス1

座標 (Sx1, Sy1)
状態 Sensor Type 1

ユニットアドレス2

座標 (Ux2, Uy2)
状態 Paper Feed Unit

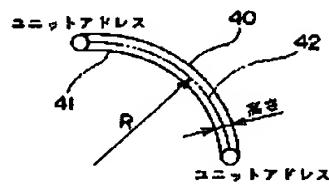
ブロック1

運転地点	Add2, Add3
運転状態	R 1 0
高さ	5mm

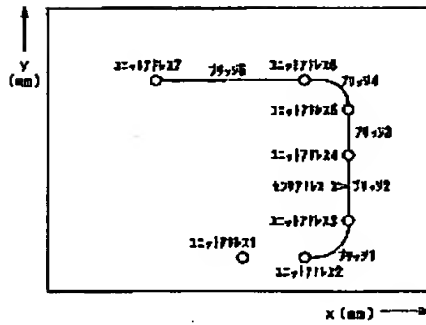
ユニットアドレス3

座標 (Ux3, Uy3)
状態 No Unit

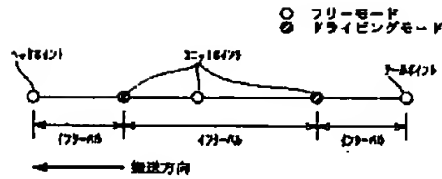
【図6】



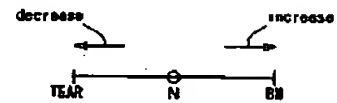
【図4】



【図9】



【図13】



【図10】

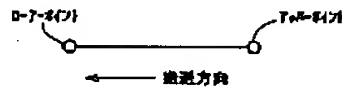
(a)

名 称	ヘッドポイント1
リアル速度	120

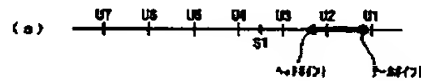
(b)

名 称	ユニットポイント1
モード	ドライビング/フリー
ユニット	総線ユニット1
リアル速度	300

【図12】



【図15】



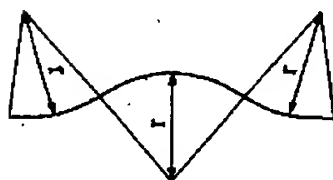
【図27】



(b)

U7-U6	20mm
U6-U5	50mm
U5-U4	210mm
U4-U3	1
U3-U2	1
U2-U1	1

【図29】



(c)

名 称	インターバル
アッパーポイント	(ポイント名称)
ローアポイント	(ポイント名称)
ISlate	(TEAR, NORMAL)

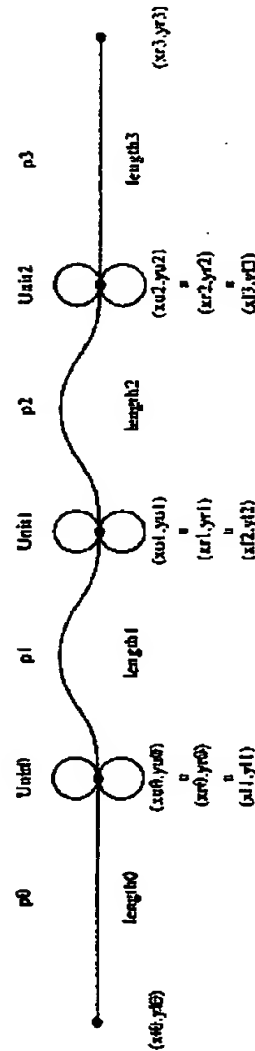
(d)

名 称	A4R-standard
ヘッドポイント	(ポイント名称)
テールポイント	(ポイント名称)
間隔距離	0.2
長	210mm

【図14】

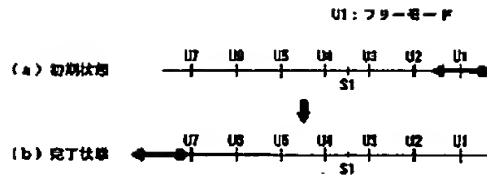
ローアポイント		アッパーポイント		TVlower vs TVupper	IState	RVlower RVupper
モード	State	モード	State			
F5(E)	State1-3	F5(E)	State1-3	TVlower > TVupper	→decrease [TEAR N], N [N BN]	TVlower > RVlower=RVupper > TVupper RVlower = TVlower > RVupper = TVupper
				TVlower < TVupper	→increase [TEAR N], N, [N BN]	RVlower = TVlower < RVupper = TVupper
				TVlower = TVupper	→keep [TEAR N], N, [N BN]	RVlower = TVlower=RVupper = TVupper
79-(H/T)		F5(E)	State1-3		→Normal [TEAR N], N, [N BN]	TVupper = RVlower=RVupper
F5(E)	State1-3	79-(H/T)			→Normal [TEAR N], N, [N BN]	TVlower = RVlower=RVupper
79-(H/T)		79-(H/T)			→Normal [TEAR N], N, [N BN]	RVlower = RVupper = 0

【図28】

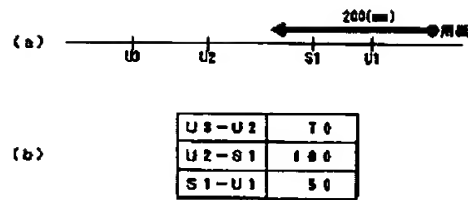




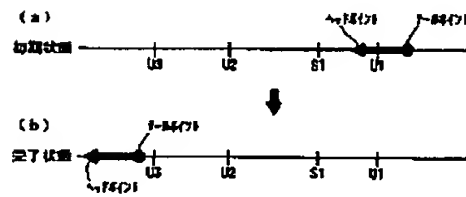
【図16】



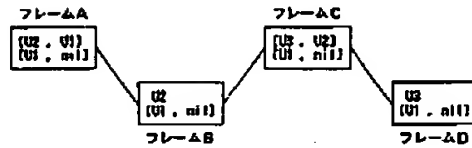
【図17】



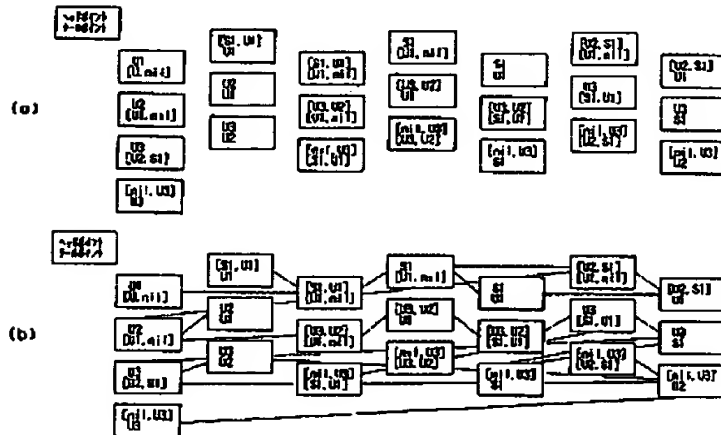
【図18】



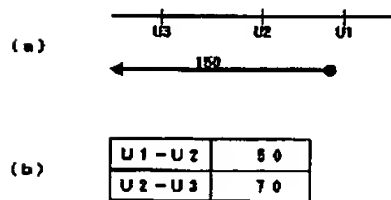
【図24】



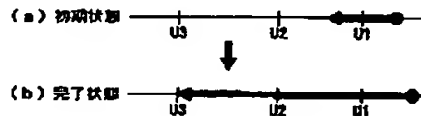
【図19】



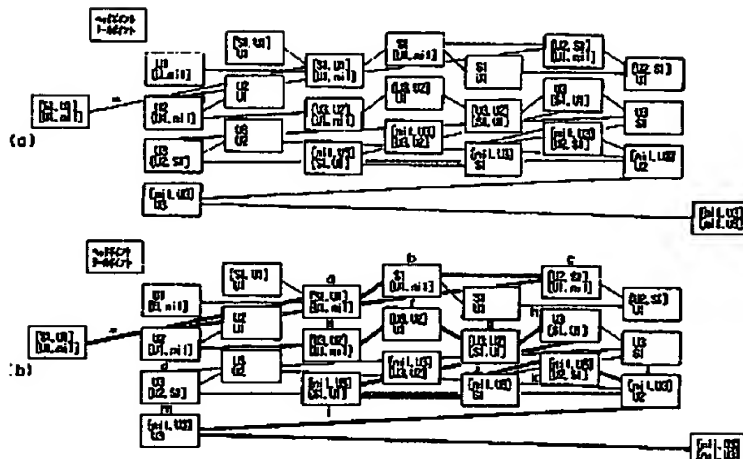
【図22】



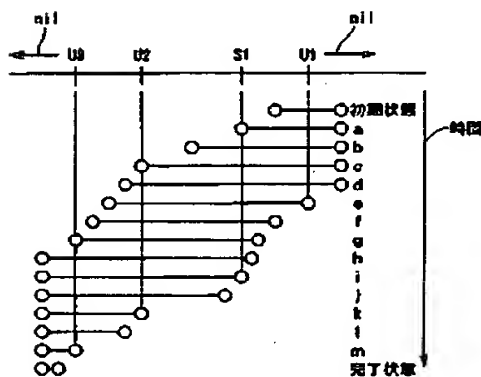
【図23】



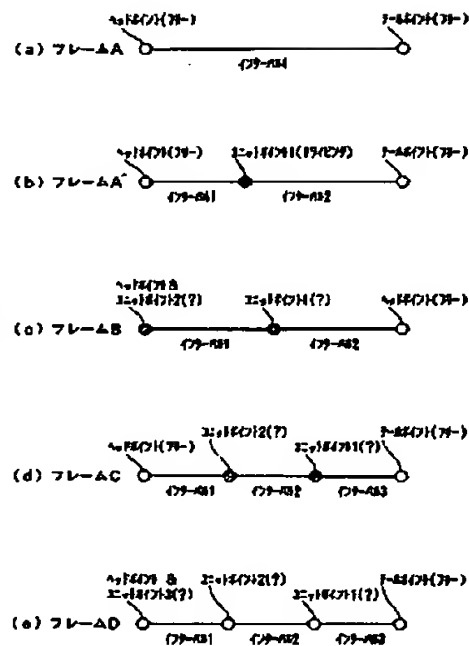
【図20】



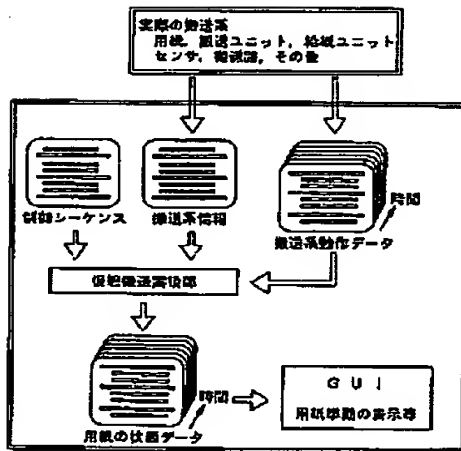
【図21】



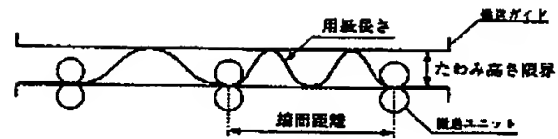
【図25】



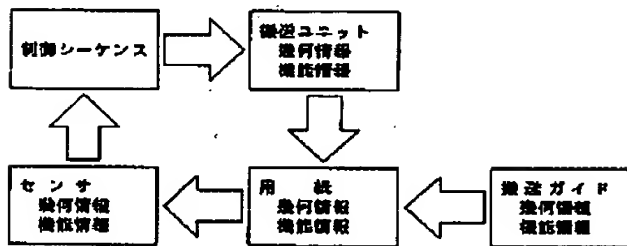
【図26】



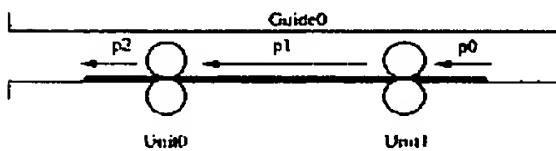
【図30】



【図31】

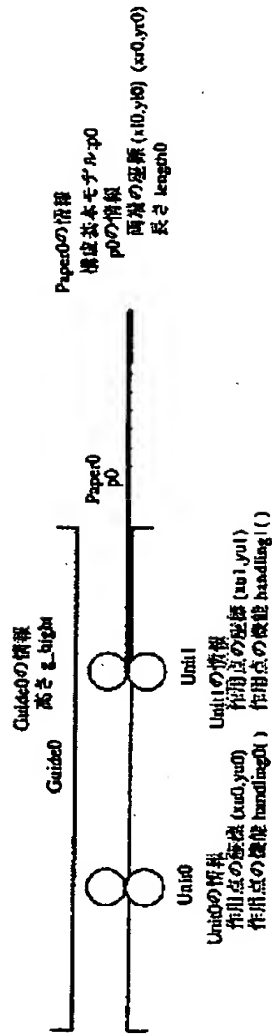


【図36】

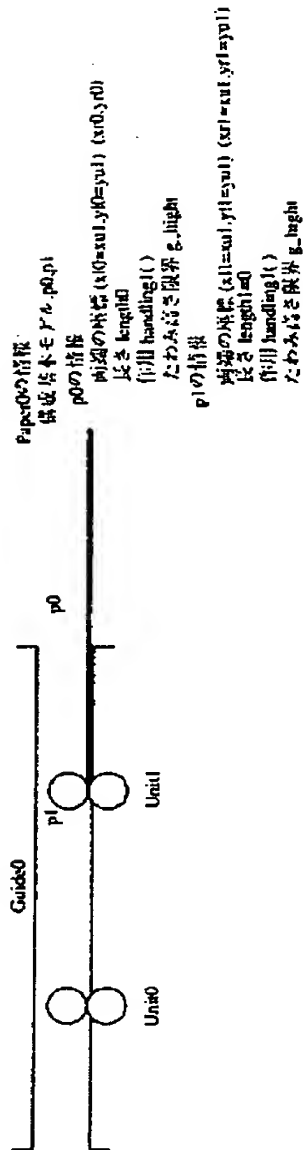


Paper0の情報  
 構成基本モデル p0, p1, p2  
 p0の情報=handling1(p0の情報)  
 p1の情報=handling0(p1の情報)  
 p1の情報=handling1(p1の情報)  
 p2の情報=handling0(p2の情報)

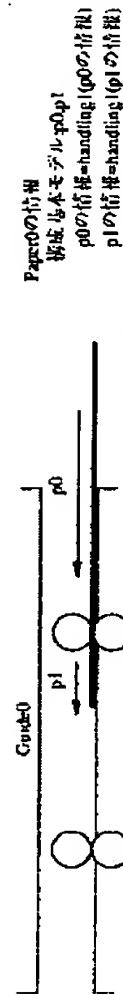
【図32】



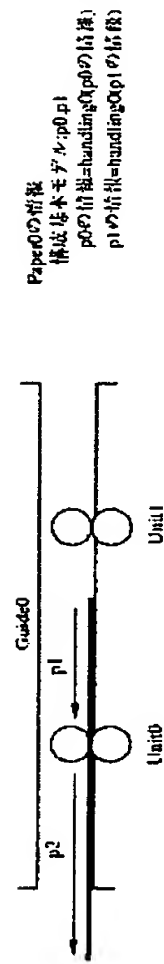
【図33】



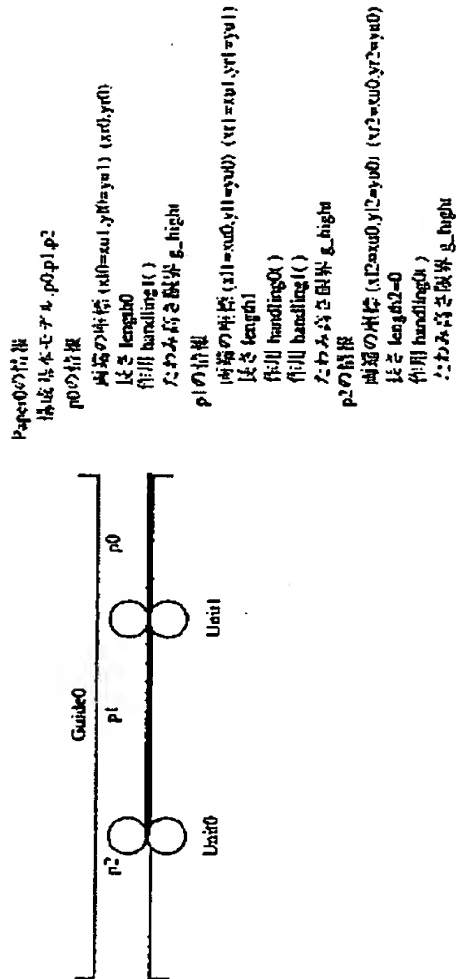
【図34】



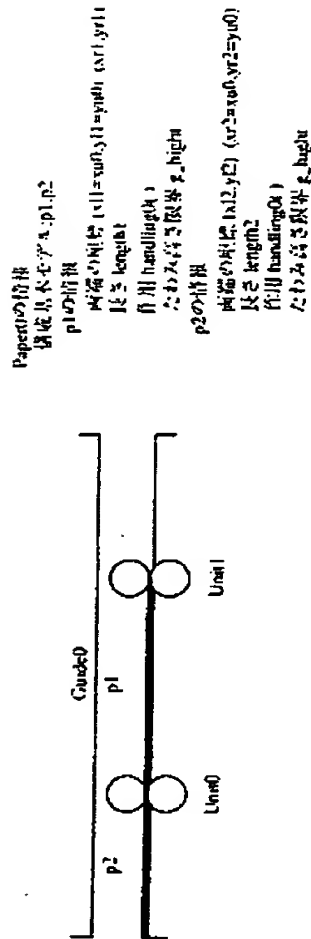
【図38】



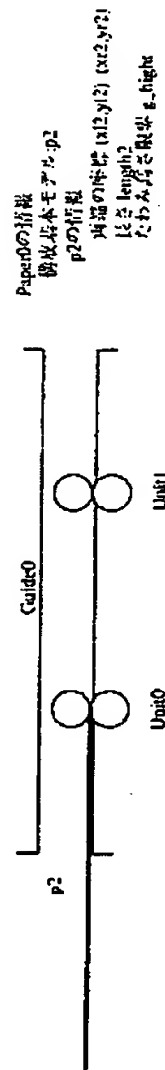
【図35】



【図37】



【図39】



フロントページの続き

(72)発明者 西野 博文  
 大阪府大阪市中央区玉造1丁目2番28号  
 三田工業株式会社内

(72)発明者 棚原 健二  
 大阪府大阪市中央区玉造1丁目2番28号  
 三田工業株式会社内

(21)

特開平9-309665

(72)発明者 高倉 利充  
大阪府大阪市中央区玉造1丁目2番28号  
三田工業株式会社内  
(72)発明者 富山 哲男  
東京都台東区谷中3-21-5 メゾンドー  
ル大黒201

(72)発明者 梅田 靖  
東京都多摩市永山1-3-3 プラザ永山  
215  
(72)発明者 坂尾 知彦  
東京都足立区梅田1-31-9 いずみハイ  
ツ204